

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-312734

(43)Date of publication of application : 24.11.1998

(51)Int.Cl.

H01H 59/00

(21)Application number : 09-125546

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 15.05.1997

(72)Inventor : TAKAHASHI MASAJI

## (54) ELECTROSTATIC MICRO-RELAY

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To increase the electrostatic attraction between both electrodes, eliminate the concurrent use of piezoelectric drive, miniaturize a micro-relay, increase sensitivity, reduce powder consumption, and improve productivity by molding the fixed electrode of a stator substrate into a protruded curved surface shape gradually separated from a moving electrode toward the tip of the plane-shaped moving electrode of a moving element substrate.

**SOLUTION:** A moving element 2 integrally formed by etching on a moving element substrate 1 is fixed to the moving element substrate 1 at one end, has a free cantilever spring at the tip, and is provided with an insulated moving contact 7 on the lower face. A fixed electrode 11 of a metal film deposited on a protruded curved surface section formed at the opposite position to a moving electrode 5 is covered with an insulating layer 12 on a fixed element substrate 10 stuck to the moving element substrate 1 at the peripheral section, and an insulated fixed contact 13 is formed at the opposite position the moving contact 7. The electrostatic attraction inversely proportional to the square of distance is increased by the complete wedge-shaped electrode gap 14 between the moving and fixed electrodes 5, 11 when the motion of the moving element 2 is started by the application of a voltage.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.05.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3139413

[Date of registration] 15.12.2000

[Number of appeal against examiner's decision]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-312734

(43) 公開日 平成10年(1998)11月24日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 H 59/00

識別記号

F I

H 0 1 H 59/00

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-125548

(22) 出願日 平成9年(1997)5月15日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 高橋 政次

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

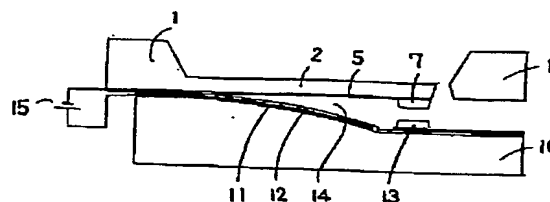
(74) 代理人 弁理士 菅野 中

(54) 【発明の名称】 静電マイクロリレー

(57) 【要約】

【課題】 静電マイクロリレーにおいて、圧電駆動の併用を不要とし、動作電圧の増大や接点接触力の減少を防止する。

【解決手段】 固定電極11を曲面形状に保型することによって、可動電極5と固定電極11の間に完全な楔状空隙14を確保し、可動子2の運動開始時に可動電極5と固定電極11の間に大きな静電吸引力を得る。このため、圧電駆動を併用する必要がなくなる。



1 可動子基板 11 固定電極  
2 可動子 12 圧電素子  
5 可動電極 13 固定接点  
7 可動接点 14 電極間空隙  
10 固定基板 15 圧電駆動源

【特許請求の範囲】

【請求項1】 可動子基板と、固定子基板とを有する静電マイクロリレーであって、

前記可動子基板は可動電極と可動接点とを備え、前記固定子基板は固定電極と固定接点とを備え、可動電極と固定電極との間に発生する静電引力によって可動接点を固定接点に接触させるものであり前記可動子基板の可動電極は、平面形状に成形されたものであり、  
前記固定子基板の固定電極は、前記平面形状の可動電極の先端に向かって次第に該可動電極から離れるような凸状の曲面形状に成形されたものであることを特徴とする静電マイクロリレー。

【請求項2】 前記可動子基板は、前記可動電極及び可動接点を可動子に有するものであり、  
該可動子は、一端が前記可動子基板に固定され、先端が自由な片持ち梁ばねであることを特徴とする請求項1に記載の静電マイクロリレー。

【請求項3】 前記可動電極は、前記可動子の中央部に形成され、  
前記可動接点は、前記可動電極の両側に形成された可動接点ばね部に設けられたものであり、  
該可動接点ばね部は、スリットで前記可動電極から分離して形成されたものであることを特徴とする請求項2に記載の静電マイクロリレー。

【請求項4】 前記可動子基板は、エッチングにより前記可動子を一体的に形成したものであることを特徴とする請求項2に記載の静電マイクロリレー。

【請求項5】 前記固定子基板は、エッチングにより前記固定電極を設置する面を凸状の曲面に形成したものであることを特徴とする請求項1に記載の静電マイクロリレー。

【請求項6】 前記固定子基板は、リードフレームを有機樹脂でインサートモールドすることによって形成されたものであり、  
該リードフレームは、パターン加工され、前記固定電極に相当する部分が前記可動電極に対して凸状の曲面をなすように曲げ加工されたものであることを特徴とする請求項1に記載の静電マイクロリレー。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属接点の機械的開閉を行う微小なメカニカルリレーに関し、特に電極間の静電引力によって駆動される静電マイクロリレーに関する。

【0002】

【従来の技術】静電引力は電極間距離の二乗に反比例するため、メカニカルリレーでは、その構造が微小になるほど、静電駆動原理に基づくものが有利となる。この種のリレーは例えば特開平8-506690号公報及び特開平8-255546号公報に開示されている。

【0003】特開平8-506690号公報（公知例

1）には、休止状態において舌片状可動子の平面可動電極に対して、対向する面状固定電極が固定子基板上の固定接点近傍の斜め面取り部に設けられた静電マイクロリレーが開示されている。その基本的な構造は図7に示すように、シリコンからなる可動子基板1をエッチングして舌片状の可動子2を可動子基板1に一体に形成し、可動子2の下面に可動電極5、可動接点7、及び圧電層3、圧電層電極5'、11'を設ける。可動子2の一端は可動子基板1に弾性的に結合されている。固定子基板10の上面に一部斜め面取り部16を形成し、一部斜め面取り部16に固定電極11と固定接点13を設ける。可動子基板1と固定子基板10は、周辺部で接合され、休止状態では、固定電極11は可動子2の先端に向かって次第に可動電極5の平面から離れるため、両電極5、11間には、ほぼ楔状の空隙14が形成される。

【0004】可動電極5と固定電極11の間に電圧を印加すると、これらと並列に接続された圧電層電極5'と11'の間にも電圧が印加され、可動電極5は固定電極11に向かって静電引力により吸引されるとともに、可動子2は圧電層3によって固定電極11に向かって撓み、接点7、13が閉じる。

【0005】また特開平8-255546号公報（公知例2）には、休止状態において平面固定電極に対して、対向する舌片状可動子の可動電極が平面固定電極から次第に離れるように連続的に湾曲する形状を有する静電マイクロリレーが開示されている。その基本的な構造は図8に示すように、シリコンからなる可動基板1を選択的にエッチングして可動子2を形成し、可動子2の下面に可動子シリコン層に応力を生じさせる応力付与層4を付着して可動子2を上方に湾曲させている。さらに、可動子2に可動電極5と可動接点7を形成している。

【0006】一方、固定子基板10上面の可動電極5及び可動接点7に対向する位置に、固定電極11及び固定接点13を形成している。可動子基板1と固定子基板10は周辺部で接着され、休止状態では可動子2は自由端に向かって次第に平面固定子電極から離れるように連続的に湾曲し、両者の間には楔状の空隙14が形成される。

【0007】図9は可動子基板の底面図である。可動子2の自由端は、二つのスリット8によって、1つの可動接点ばね部9と、可動接点ばね部9の両側に位置する2つの可動電極部5とに分離されており、可動電極5が固定電極11に吸引されたとき、可動接点ばね部9は弾性的に撓んで接点に接触力を生ずる。可動電極5と固定電極11との間に電圧源15から電圧が印加されると、可動子2は固定端に近い部分程大きな静電引力を受け、根元から先端に向かって順次固定電極11に吸引される。湾曲した可動子2は固定電極11上に展延され、可動接点7は固定接点13に接触する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図7に示した公知例1では、可動子に圧電駆動部を付加しなければならず、構造が複雑となり、製造性が劣るという課題があった。

【0009】その理由は、公知例1では完全な楔状空隙が形成されず、可動子2の根元に空隙が残存するため、可動子2の運動開始時に可動電極と固定電極との間に生じる静電吸引力が小さくなってしまふ。従って、この不足分を補うため、圧電駆動部が必要となるためである。

【0010】また、図8に示した公知例2では、可動電極と固定電極の間の空隙あるいは可動接点と固定接点の間の空隙が大きくなってしまひ、動作電圧が高くなる、あるいは接点接触力が低くなるという課題があった。

【0011】その理由は、公知例2では、可動子が応力付与層によって本来必要な長さ方向の湾曲だけでなく、幅方向にも湾曲が生じてしまふ。このため、可動子の可動接点ばね部の両側に可動電極が配置される場合には、可動電極と固定電極の間の距離が大きくなり、動作電圧が高くなる。また、可動電極の両側に可動接点ばね部が配置される場合には、可動接点と固定接点の間の距離が大きくなり、接点の接触力が低下するためである。

【0012】本発明の目的は、小形化、高感度化、低消費電力化するとともに、一括組立による生産性を向上させる静電マイクロリレーを提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係る静電マイクロリレーは、可動子基板と、固定子基板とを有する静電マイクロリレーであって、前記可動子基板は可動電極と可動接点とを備え、前記固定子基板は固定電極と固定接点とを備え、可動電極と固定電極との間に発生する静電引力によって可動接点を固定接点に接触させるものであり前記可動子基板の可動電極は、平面形状に成形されたものであり、前記固定子基板の固定電極は、前記平面形状の可動電極の先端に向かって次第に該可動電極から離れるような凸状の曲面形状に成形されたものである。

【0014】また前記可動子基板は、前記可動電極及び可動接点を可動子に有するものであり、該可動子は、一端が前記可動子基板に固定され、先端が自由な片持ち梁ばねである。

【0015】また前記可動電極は、前記可動子の中央部に形成され、前記可動接点は、前記可動電極の両側に形成された可動接点ばね部に設けられたものであり、該可動接点ばね部は、スリットで前記可動電極から分離して形成されたものである。

【0016】また前記可動子基板は、エッチングにより前記可動子を一体的に形成したものである。

【0017】また前記固定子基板は、エッチングにより

前記固定電極を設置する面を凸状の曲面に形成したものである。

【0018】また前記固定子基板は、リードフレームを有機樹脂でインサートモールドすることによって形成されたものであり、該リードフレームは、パターン加工され、前記固定電極に相当する部分が前記可動電極に対して凸状の曲面をなすように曲げ加工されたものである。

【0019】

【作用】本発明では、固定電極11を曲面形状に成形することによって、可動電極5と固定電極11の間に完全な楔状空隙を確保し、可動子2の運動開始時に可動電極5と固定電極11の間に大きな静電吸引力を得る。このため、圧電駆動を併用する必要がなくなる。

【0020】次に、可動子2に応力を生じさせるための膜を形成しないため、可動子2は平面形状に保型され、望ましくない幅方向の湾曲は生ぜず、電極間隔や接点間隔は、所定の値となる。従って、望ましくない動作電圧の上昇や接点接触力の低下を避けることが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図により説明する。

【0022】（実施形態1）図1は、本発明の実施形態1に係る静電マイクロリレーを示す断面図である。

【0023】図1において、可動子基板1は、例えばシリコンからなり、選択的なエッチングによって可動子2をエッチング加工により一体に形成している。可動子2は、一端が可動子基板1に固定され、先端が自由な片持ち梁ばねであり、可動子2の下面には、例えば金属の蒸着によって可動電極5と可動接点7が互いに絶縁されて形成されている。

【0024】また、固定子基板10は、例えばシリコンからなり、可動電極5に対向する位置に、例えば電気化学エッチングによって上方（即ち、可動子基板1側）に凸状の曲面部10aを形成し、凸状の曲面部10aに金属膜を蒸着することによって固定電極11を形成している。固定電極11は、絶縁層12で被われている。

【0025】また、固定子基板10の可動接点7に対向する位置には、固定接点13が固定電極11と絶縁して形成されている。可動子基板1と固定子基板10は、周辺部で接着されるが、可動電極5と固定電極11は、絶縁膜12によって絶縁される。また、可動子基板1上の可動電極5と可動接点7は、接続パッドを経由して固定子基板10上の引出し配線に接続されている。可動子基板1上にシリコン基板の蓋（図4の符号20を参照）を接着すれば、固定子基板10の配線引出しパッドを除いて、可動子2の周囲の空間は密閉される。これら接着された三層の基板をリードフレーム上に接着固定し、固定子基板10上の配線パッドとリードフレームとの間をワイヤボンダ接続したのち、パッケージモールドを行う。

【0026】図2は、可動子基板1の底面図である。可

動子 2 には、先端の自由端近くでスリット 8 によって、可動電極 5 と可動接点ばね部 9 に分離して形成している。本発明の実施形態 1 では、可動子 2 の中央部に 1 つの可動電極 5 を形成し、可動電極 5 の両側に可動接点ばね部 9 をスリット 8 で分離して形成している。可動接点ばね部 9 には、可動接点 7 と、可動接点 7 を可動子基板 1 の端部の接続パッドに接続する接点配線 6 とが配置されている。可動電極 5 は、可動子 2 に金属膜を成膜して形成されており、可動電極 5 は、電極配線により可動子基板 1 の端部の接続パッドに接続されている。

【0027】図 3 は、固定子基板 10 の固定電極 11 を凸状の曲面に形成する方法の一例を示す図である。

【0028】まず p 型基板 21 の底面の一部に n 型不純物を付着させて拡散を行う。この拡散に伴って、p 型基板 21 と n 型領域 22 と間の p n 接合面 17 は、上方に凸状の曲面として形成される。また n 型領域 22 のエッチング処理をしない領域はマスク 18 で被覆して置く。次に図 3 に示すように、n 型領域 22 に電極を取り付け、p 型基板 21 を電解エッチング液 19 中に浸漬させ、電解エッチング液 19 中で n 型領域 22 のみ陽極酸化される電位を与えて電気化学エッチングを行う。このエッチング処理が進行して、エッチングが n 型面に達したとき、その表面には酸化膜が形成され、n 型層はエッチングから保護され、p n 接合面 17 に沿って凸状の曲面が得られる。これを、凸状の曲面を有する固定子基板 10 の固定電極 11 として使用する。

【0029】次に本発明の実施形態 1 に係る静電マイクロリレーの動作について説明する。平面状の可動電極 5 と曲面状の固定電極 11 の間には、絶縁膜 12 を介して楔状の空隙 14 が形成されている。両電極 5、11 間に電圧源 15 から電圧が印加されると、電極 5、11 間に距離の二乗に反比例する静電引力が作用するため、可動子 2 は、固定端に近い部分ほど固定子基板 10 側に強く引き付けられる。

【0030】従って、可動子 2 は、基部の固定端に近い部分から先端の自由端に向かって順次撓み、可動子 2 の可動電極 5 が固定子基板 10 の固定電極 11 に静電引力によって吸引される。可動子 2 の可動電極 5 が固定電極 11 に吸引されると、可動接点ばね部 9 も、これに連動し、可動接点 7 が固定接点 13 に接触する。可動電極 5 が固定電極 11 に完全に吸引されると、可動接点ばね部 9 が撓んで接点 7、13 に接触力を与える。電極 5、11 間の電圧を除くと、静電引力は消滅し、可動子 2 は、その弾性復元力により復旧する。

【0031】（実施例 2）次に、本発明の実施形態 2 について図面を参照して説明する。

【0032】図 4 は、本発明の実施形態 2 を示す断面図であり、図 5 は、可動子基板の底面図、図 6 は、固定子基板の平面図である。

【0033】実施形態 2 において、図 4 及び図 5 に示す

ように可動子基板 1 の構成は、実施形態 1 のものと同じ構成になっている。

【0034】実施形態 2 の固定子基板 10 は、リードフレーム 11a を有機樹脂でインサートモールドすることによって形成されており、リードフレーム 11a は、パターン加工され、固定電極 11 に相当する部分が可動電極 5 に対して凸状の曲面をなすように曲げ加工されている。またリードフレーム 11a は、絶縁膜 12 によって被覆されている。

【0035】また固定子基板 10 は固定接点 13 に対応する部分が開口され、開口 10b 内にリードフレーム 11a が露出し、露出したリードフレーム 11a に固定接点 13 をなす接点金属がメッキされている。また、リードフレーム 11a は、可動電極 5 に接続する引出し接続部 11c、可動接点 7 に接続する引出し接続部 11d、11e の箇所も絶縁膜 12 を除去された後、半田メッキされる。可動子基板 1 は上面に蓋 20 が接着された後、固定子基板 10 に接着される。接着された三層の基板はパッケージモールドされる。

【0036】本発明の実施形態 2 に係る静電マイクロリレーは、実施形態 1 と同様に動作する。

【0037】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、可動電極を平面形状に保型し、固定電極を可動電極に対し凸状な曲面形状に保型することにより、可動電極と固定電極間に完全な楔状空隙が形成され、この空隙先端部に大きな静電吸引力を発生させることができ、可動子の運動開始時に可動電極と固定電極間に大きな静電引力を得ることができ、圧電駆動を併用する必要がなくなる。

【0038】また本発明では、可動子に応力付与層を設けることがなく、可動電極の幅方向に湾曲を生じること防止でき、このため、可動電極と固定電極の間の距離を拡大することがなく、したがって動作電圧を高くする必要がなく、リレーの動作電圧の上昇や接点接触力の低下を回避することができる。

【0039】また前記可動子基板にはエッチングにより可動子を一体的に形成する、或いは固定子基板は、リードフレームを有機樹脂でインサートモールドすることによって形成し、リードフレームをパターン加工し、固定電極に相当する部分を可動電極に対して凸状の曲面をなすように曲げ加工するものであり、汎用の製造方法を利用して生産性を向上させることができる。

【0040】また固定子基板は、エッチングにより固定電極を設置する面を凸状の曲面に形成するため、汎用の製造方法を利用して生産性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態 1 を示す断面図である。

【図 2】本発明の実施形態 1 における可動子基板の底面図である。

【図 3】本発明の実施形態 1 における固定電極のための

曲面を形成する方法の一例を示す図である。

【図4】本発明の実施形態2を示す断面図である。

【図5】本発明の実施形態2における固定子の底面図である。

【図6】本発明の実施形態2における固定子基板の平面図である。

【図7】従来の公知例1に係るリレーの断面図である。

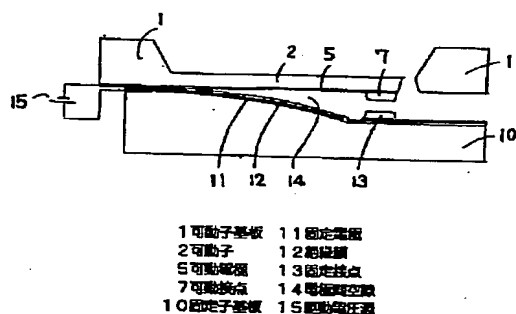
【図8】従来の公知例2に係るリレーの断面図である。

【図9】従来の公知例2のリレーの可動子基板を示す底面図である。

【符号の説明】

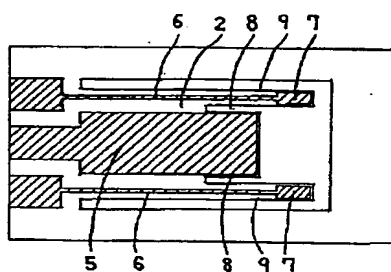
- 1 可動子基板
- 2 可動子
- 5 可動電極
- 7 可動接点
- 8 スリット
- 9 可動接点ばね部
- 10 固定子基板
- 11a リードフレーム
- 11 固定電極
- 13 固定接点
- 17 pn接合面

【図1】



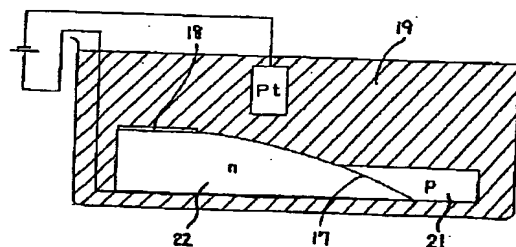
- 1 可動子基板
- 2 可動子
- 5 可動電極
- 7 可動接点
- 10 固定子基板
- 11 固定電極
- 12 絶縁層
- 13 固定接点
- 14 絶縁層
- 15 絶縁層

【図2】

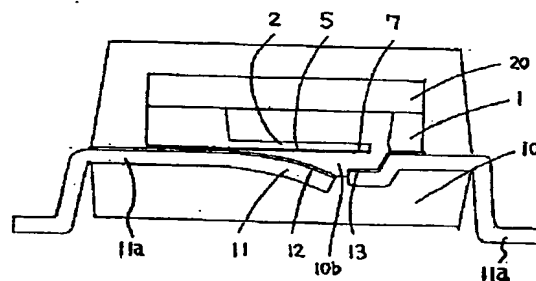


【図4】

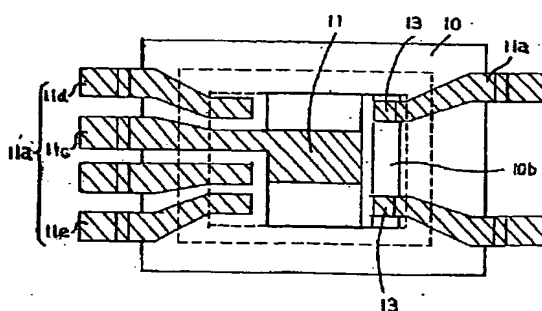
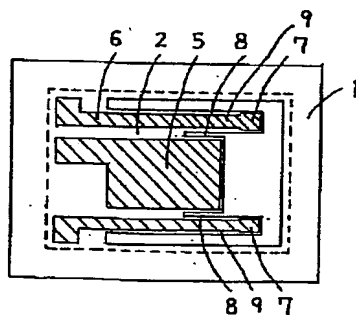
【図3】



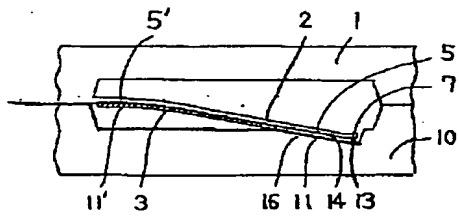
【図5】



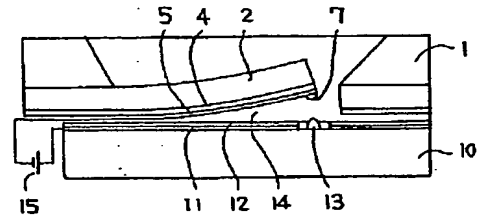
【図6】



【图7】



【图8】



【图9】

